

22718

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor Patrick REINHOLD et al
Patent App. Not known
Filed Concurrently herewith
For CONTINUOUS PROCESS FOR PRODUCTION OF STEEL PART
 WITH REGIONS OF DIFFERENT DUCTILITY
Art Unit Not known
Hon. Commissioner of Patents
Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY PAPERS

In support of the claim for priority under 35 USC 119,
Applicant herewith encloses a certified copy of each application
listed below:

| <u>Number</u> | <u>Filing date</u> | <u>Country</u> |
|---------------|--------------------|----------------|
| 10256621.6 | 3 December 2002 | Germany. |

Please acknowledge receipt of the above-listed documents.

Respectfully submitted,
The Firm of Karl F. Ross P.C.


by: Herbert Dubno, Reg.No.19,752
Attorney for Applicant

1 December 2003
5676 Riverdale Avenue Box 900
Bronx, NY 10471-0900
Cust. No.: 535
Tel: (718) 884-6600
Fax: (718) 601-1099
je



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 621.6

Anmeldetag: 3. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Benteler Automobiltechnik GmbH, Paderborn/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils mit
mindestens zwei Gefügebereichen unterschied-
licher Duktilität und Durchlaufofen hierfür

IPC: C 21 D, F 27 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 12. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

Akt. nzeichen: BAT 18**03.12.02****Benteler Automobiltechnik GmbH & Co. KG, An der Talle 27-31, 33102 Paderborn****Zusammenfassung**

Offenbart wird ein Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils (3) mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität (3a, 3b) aus einem Halbzeug aus härtbarem Stahl (3, 16) mit einer Erwärmung in einem Durchlaufen (1, 13) und einem Härteprozess und ein Durchlaufofen (1, 13) zur Erwärmung von metallischen Werkstücken. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das zu erwärmende Halbzeug (3, 16) während des Transports durch einen Durchlaufofen (1, 13) gleichzeitig mindestens zwei nebeneinander in Durchlaufrichtung angeordnete Zonen (1a, 1b) des Durchlaufofens (1, 13) mit unterschiedlichen Temperaturniveaus durchläuft und dabei unterschiedlich stark erwärmt wird, so dass sich bei einem anschließenden Härteprozess mindestens zwei Gefügebereiche mit unterschiedlicher Duktilität (3a, 3b) einstellen. Der erfindungsgemäße Durchlaufofen (1, 13) ist dementsprechend mit mindestens zwei in Durchlaufrichtung nebeneinander liegenden Zonen 1 (1a) und 2 (1b) versehen, die voneinander so durch eine Trennwand (2, 14, 14a) getrennt sind, dass ein den Ofen (1, 13) durchlaufendes Werkstück (3, 16) sich sowohl bereichsweise in Zone 1 (1a) als auch bereichsweise in Zone 2 (1b) befindet und in beiden Zonen (1a, 1b) eine getrennte Temperaturregelung möglich ist.

Figur 4

Aktenzeichen: BAT 18

03.12.02

Benteler Automobiltechnik GmbH & Co. KG, An der Talle 27-31, 33102 Paderborn**Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils mit mindestens zwei
Gefügebereichen unterschiedlicher Duktilität und Durchlauföfen hierfür**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils mit mindestens zwei Gefügebereichen unterschiedlicher Duktilität aus einem Halbzeug aus härtbarem Stahl mit einer Erwärmung in einem Durchlauföfen und einem Härteprozess gemäß dem Oberbegriff in Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität aus einem Halbzeug aus gehärtetem Stahl mit einer Erwärmung in einem Durchlauföfen gemäß dem Oberbegriff in Anspruch 7 sowie einen Durchlauföfen zur Erwärmung von metallischen Werkstücken gemäß dem Oberbegriff in Anspruch 9.

Es ist bekannt, werkzeuggehärtete Formbauteile für Kraftfahrzeugkomponenten, zum Beispiel Fahrwerkskomponenten wie Lenker oder Querträger oder Strukturbauteile wie Türaufprallträger, B-Säulen, Streben oder Stoßfänger, mit über dem Formbauteil verteilt gleich bleibenden Werkstoffeigenschaften herzustellen. Dies geschieht durch eine komplette Erwärmung der Formbauteile mit einem anschließenden Härten, an das sich für eine Vergütung gegebenenfalls ein Anlassvorgang anschließen kann. In verschiedenen Anwendungsfällen der Kraftfahrzeugtechnik sollen Formbauteile über bestimmte Bereiche eine hohe Festigkeit, über andere Bereiche wiederum eine im Verhältnis dazu höhere Duktilität aufweisen. Neben der Verstärkung durch Zusatzbleche oder dem Zusammenfügen von Teilen unterschiedlicher Festigkeit ist es hierbei auch bereits bekannt, über Wärmebehandlungen ein Bauteil so zu behandeln, dass es lokal Bereiche höherer Festigkeit oder höherer Duktilität aufweist.

So zeigt die DE 197 43 802 C2 ein Verfahren auf, ein Formbauteil für Kraftfahrzeugkomponenten mit Bereichen unterschiedlicher Duktilität herzustellen, indem eine Ausgangsplatine vor oder nach dem Pressen nur partiell erwärmt oder bei einer vorausgegangenen homogenen Erwärmung in den Bereichen mit

gewünschter höherer Duktilität gezielt nach erwärmt wird. Vorzugsweise geschieht die partielle Erwärmung induktiv.

Die DE 200 14 361 U1 beschreibt eine B-Säule, die ebenfalls Bereiche unterschiedlicher Festigkeit besitzt. Die Herstellung der B-Säule erfolgt im Warmformprozess, wobei ausgehend von einer Formplatte oder einem vorgeformten Längsprofil dieses in einem Ofen austenitisiert und anschließend in einem gekühlten Werkzeug umgeformt/ gehärtet wird. Im Ofen können großflächige Bereiche des Werkstücks gegen die Temperatureinwirkung isoliert werden, wobei in diesen Bereichen die Austenitisierungstemperatur nicht erreicht wird und sich demnach im Werkzeug bei der Härtung kein martensitisches Gefüge einstellt.

In der Massenproduktion werden zur Erwärmung häufig Durchlauföfen in der Form von Rollenherd-Durchlauföfen oder Durchstoßöfen mit oder ohne Wareträger eingesetzt. In der DE 3441 338 A1 ist ein Verfahren zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke unter Verwendung eines Durchlauf- oder Durchstoßofens sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens offenbart. Dabei können Werkstückchargen unterschiedlicher Behandlungsdauer, insbesondere unterschiedlicher Einsatzhärtetiefe beim Aufkohlen in zweistufigen Verfahren gleichzeitig behandelt werden, indem sie einen Durchlauf- oder Durchstoßofen durchlaufen, der mit mindestens zwei von den Werkstücken nacheinander zu durchlaufenden Behandlungskammern zur jeweiligen Wärmebehandlung mehrerer Werkstückchargen versehen ist. Insbesondere kann es sich dabei um einen Durchlaufofen handeln, bei dem jede Behandlungskammer als Rundtaktofen mit taktweise drehbeweglichem Ofenherd ausgebildet ist.

Diese Verfahren weisen in Ihrer praktischen Umsetzung in der Massenproduktion jedoch einige Probleme auf. Das Isolieren durch Abkapseln im Ofen ist technisch aufwendig, weil in jedem Zyklus jedes einzelne Teil eine eigene Isolierung braucht, die Isolierung als Vorbereitungsprozess den Warmformprozess als ganzen verlängert und sich die Isolierung bei wiederholter Verwendung mit aufheizt. Dies macht eine Massenproduktion kostenintensiv. Die bisher bekannten Öfen können zwar verschiedene Werkstückchargen unterschiedlich stark erwärmen, sie eignen sich jedoch nicht für eine partielle Erwärmung ein und desselben Werkstücks.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils mit mindestens zwei Gefügebereichen unterschiedlicher Duktilität und einen geeigneten Durchlaufofen zur Erwärmung von metallischen Werkstücken dahingehend weiterzuentwickeln, dass sie für die Massenproduktion tauglich sind.

Diese Aufgabe löst die Erfindung mit dem im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 beschriebenen Verfahren. Demnach durchläuft bei einem Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils mit mindestens zwei Gefügebereichen unterschiedlicher Duktilität aus einem Halbzeug aus härtbarem Stahl mit einer Erwärmung in einem Durchlaufofen und einem Härteprozess, eine Platine oder ein vorgeformtes Bauteil während des Transports durch einen Durchlaufofen gleichzeitig mindestens zwei nebeneinander in Durchlaufrichtung angeordnete Zonen des Durchlaufofens mit unterschiedlichen Temperaturniveaus. Eine Zone 1 des Durchlaufofens ist dabei auf eine Temperatur A eingestellt und eine andere Zone 2 auf eine Temperatur B, die höher als Temperatur A liegt. Dadurch erwärmt sich das Halbzeug in den Bereichen, in denen es den Durchlaufofen in Zone 1 durchläuft auf Temperatur A und in den Bereichen, in denen es Zone 2 durchläuft auf Temperatur B. Anschließend wird das auf diese Weise unterschiedlich stark erwärmte Halbzeug einem Warmformprozess und/ oder Härteprozess unterworfen. Durch den Härteprozess stellt sich in dem zuvor auf Temperatur A erwärmten Bereich 1 des Bauteils ein im Verhältnis zu dem auf Temperatur B erwärmten Bereich 2 des Bauteils duktileres Gefüge und im Bereich 2 des Bauteils ein festes oder hochfestes Gefüge ein.

Welche Temperatur man für die jeweilige Zone des Ofens wählt, hängt von den gewünschten Eigenschaften des Bauteils ab. Wenn beispielsweise der Fuß einer B-Säule für ein Automobil im Verhältnis zum Rest der B-Säule duktil sein soll, wird ein vorgeformtes Bauteil so in den Durchlaufofen eingebracht, dass es mit dem Bereich 1, der nach der Endformgebung den B-Säulen Fuß darstellt, in Zone 1 des Ofens zu liegen kommt. Der Rest des Bauteils, der nach der Endformgebung möglichst hochfest sein soll, erstreckt sich über Zone 2 des Durchlaufofens. Die Temperatur A in Zone 1 wird nun auf eine Temperatur unterhalb der AC_1 Temperatur des Werkstoffs eingestellt. Dadurch findet im Bereich 1 während des Transports durch den Ofen keine Gefügeumwandlung statt. Folglich bleibt bei einem anschließenden

Härteprozess das nicht gehärtete Ausgangsgefüge im Bereich 1 des Bauteils und damit im Säulenfuß erhalten. Die Temperatur B in Zone 2 des Ofens wird auf eine Temperatur oberhalb von AC_3 eingestellt, um eine möglichst vollständige Gefügeumwandlung des restlichen Bauteils während des Transports durch den Durchlaufofen zu erhalten. Bei einem anschließenden Härteprozess stellt sich dadurch über den Rest der B-Säule ein festes oder hochfestes Gefüge ein. Im Verhältnis dazu ist der Säulenfuß duktil.

Je nach Anforderungen an das Bauteil kann auch eine andere Gefügeverteilung gewünscht sein. In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird zur Erzielung verschieden hoher Festigkeitsanforderungen die Temperatur A in Zone 1 des Ofens auf eine Temperatur über AC_1 aber unterhalb AC_3 und die Temperatur B in Zone 2 des Ofens auf eine Temperatur über AC_3 eingestellt. Das Bauteil erfährt in Bereich 1, mit dem es Zone 1 durchläuft, eine teilweise Gefügeumwandlung, im Bereich 2, mit dem es Zone 2 durchläuft, wandelt sich das Gefüge nahezu vollständig um. Bei einem anschließenden Härteprozess stellt sich daher im Bereich 1 ein Mischgefüge und im Bereich 2 ein im Verhältnis dazu festeres Gefüge ein.

Insbesondere für Stahlsorten mit einem Kohlenstoffgehalt $C > 0,8\%$ ist es vorteilhaft, die Temperatur A in Zone 1 knapp über AC_1 einzustellen, damit der Bereich 1 des Bauteils gegläht und das Gefüge entspannt wird.

Wenn das Bauteil bereits seine Endformgebung erhalten hat und sich an den Erwärmungsprozess im Durchlaufofen nur noch ein Härteprozess anschließt, kann auf eine Beheizung der Zone 1 des Durchlaufofens völlig verzichtet werden. Die Temperatur A stimmt dann in etwa mit der Umgebungstemperatur des Ofens überein. Das Bauteil wird in Zone 2 des Ofens nur noch partiell in dem Bereich 2 erwärmt, in dem es auch gehärtet werden soll.

Hat das Bauteil noch nicht seine Endform erreicht und schließt sich an den Erwärmungsprozess ein gegebenenfalls weiterer Warmformprozess an, sind abgesehen von den Anforderungen des Härteprozesses auch die Gegebenheiten des Warmformprozesses zu beachten. Da das Material des Werkstoffs beim Warmformprozess fließt, ist es besonders vorteilhaft, Temperatur A und B zwar so

weit auseinanderliegend einzustellen wie für das durch den Härteprozess abschließend einzustellende gewünschte Gefüge benötigt, si aber gleichzeitig in den Grenzen des ZTU-Diagramms des Werkstoffs so eng wie möglich beieinander liegend einzustellen, um die Fließeigenschaften des Materials zu optimieren. Bei einer B-Säule beispielsweise, die nur vorgeformt ist, und die einen ungehärteten Fuß aber ein festes oder hochfestes Gefüge über Ihren restlichen Bereich erhalten soll, empfiehlt es sich daher, die Temperatur A in Zone 1 des Ofens, in dem sich der Bereich des vorgeformten Bauteils befindet, der später den Säulenfuß darstellt, auf eine Temperatur möglichst knapp unter AC_1 einzustellen. Temperatur B in Zone 2 des Ofens, in dem sich der restliche Bereich des Bauteils befindet, wird auf eine Temperatur möglichst knapp über AC_3 eingestellt. Nach der Ofenerwärmung wird das Bauteil dann warmgeformt und gehärtet. Die B-Säule ist endgeformt und verfügt über einen relativ duktilen Fuß und ein festes oder hochfestes Gefüge im restlichen Bereich.

Bevorzugt findet hierbei der letzte Warmformschritt zeitgleich mit dem Härten im Umformwerkzeug statt.

Abgesehen von einem Halbzeug aus härtbarem Stahl kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch ein Halbzeug aus bereits gehärtetem Stahl zur Herstellung eines Formbauteils mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität mit einer Erwärmung in einem Durchlaufofen verarbeitet werden. Hier besteht die Besonderheit, dass das Halbzeug bereits über seine gesamte Länge gehärtet ist. Es kann sich bei dem Halbzeug um eine Platine handeln oder um ein vorgeformtes Bauteil, das bereits in einem oder mehreren Schritten vorgeformt wurde. Insbesondere kann es sich bei der Vorformung um Kaltformschritte handeln. Sodann durchläuft das Halbzeug während des Transports durch einen Durchlaufofen gleichzeitig mindestens zwei nebeneinander in Durchlaufrichtung angeordnete Zonen des Durchlaufofens mit unterschiedlichen Temperaturniveaus. Dabei wird das Halbzeug so in den Ofen eingebracht, dass es mit dem Bereich 1, der im fertigen Endbauteil ein festes oder hochfestes Gefüge aufweisen soll, in Zone 1 des Durchlaufofens zu liegen kommt. Zone 1 wird auf Raumtemperatur oder auf eine Temperatur unter AC_1 eingestellt. Dadurch bleiben die bereits vorhandenen Härtewerte des Halbzeugs im Bereich 1 weitgehend erhalten. Der Bereich 2 des

Bauteils, der im fertigen Endbauteil ein duktileres Gefüge aufweisen soll, durchläuft den Ofen in Zone 2. Zone 2 ist auf eine höhere Temperatur als Zone 1, vorzugsweise auf eine Temperatur oberhalb AC_1 eingestellt, so dass Bereich 2 weichgeglüht wird bis hin zu einer vollständigen Gefügewandlung. Dadurch stellt sich im Bereich 2 ein im Verhältnis zu Bereich 1 duktileres Gefüge ein. An diese Ofenerwärmung schließt sich dann nur noch ein Warmform und/ oder Abkühlprozess an, der die kritische Abkühlgeschwindigkeit, die zu einer erneuten Härtung des Bereich 2 führen würde, nicht erreicht.

Dieses Verfahrensalternative eignet sich beispielsweise für Dual-Phasen-Stähle oder Stahlsorten, die bereits im Coil gehärtet wurden.

Es gehört zum Stand der Technik eine Ofenerwärmung unter Schutzgasatmosphäre durchzuführen, um eine Reaktion des Werkstoffs mit Sauerstoff möglichst zu unterbinden. Es ist daher auch bei der hier beschriebenen Ofenerwärmung vorteilhaft, sie unter einer Schutzgasatmosphäre durchzuführen. Je nach Temperaturführung, Werkstoffeigenschaften und Bauteilanforderungen kann die Erwärmung aber auch ohne Schutzgas vorgenommen werden.

Die Anzahl der Zonen, durch die das Bauteil gleichzeitig geführt wird, ist beliebig und hängt von der Anzahl der Bereiche ab, die im fertigen Bauteil ein voneinander abweichendes Gefüge erhalten sollen. Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich hierbei das in der Massenfertigung bereits erprobte und bewährte Mittel der Ofenerwärmung zunutze. Der Durchlaufofen als solcher ist bereits auf die Massenfertigung angepasst. Der erfindungsgemäße Vorteil liegt vor allem darin, nunmehr auch eine partiell unterschiedliche Erwärmung einfach und prozesssicher in die bestehende Prozesskette einbauen zu können.

Der erfindungsgemäße Durchlaufofen zur Erwärmung von metallischen Werkstücken zeichnet sich dadurch aus, dass er mit mindestens zwei in Durchlaufrichtung nebeneinander liegenden Zonen 1 und 2 versehen ist. Beide Zonen sind voneinander so durch eine thermisch isolierende Trennwand getrennt, dass ein den Ofen durchlaufendes Werkstück sich sowohl bereichsweise in Zone 1 als auch

bereichsweise in Zone 2 befindet. In beiden Zonen ist eine getrennte Temperaturregelung möglich.

Auf die Art des Durchlaufofens kommt es hierbei nicht an. Es kann sich sowohl um einen Rollenherd-Durchlaufofen handeln, bei dem die Werkstücke auf Rollen durch den Ofen transportiert werden, als auch um einen Durchstoßofen, bei dem eine Werkstückcharge von dem Anstoß der nachfolgenden Werkstückcharge durch den Ofen geschoben wird. Das zu erwärmende Bauteil kann direkt auf den Rollen liegen oder sich auf einem Warenträger wie beispielsweise einem Gestell befinden. Der erfindungsgemäße Ofen kann als Dreherd- oder Rundtaktoven ausgestaltet sein, bei dem die Durchlaufrichtung nicht linear, sondern gebogen verläuft. Wichtig ist nur, dass der Ofen mit mindestens einer parallel zu Durchlaufrichtung verlaufenden thermisch isolierenden Trennwand versehen ist, die den Ofen in mindestens zwei in Durchlaufrichtung nebeneinander liegenden Zonen unterteilt, die getrennt voneinander regelbar sind.

Die Trennwand trennt die beiden Zonen nicht vollständig, sondern nur insoweit, dass unterhalb der Trennwand ein Bauteil in der Art hindurchgeführt werden kann, dass es sowohl bereichsweise in Zone 1 als auch bereichsweise in Zone 2 zu liegen kommt. Um die Wärmeabstrahlung der wärmeren Zone in die kühlere Zone zu minimieren endet die Trennwand möglichst dicht über der Bauteiloberfläche. Bei dreidimensionalen vorgeformten Bauteilen ist es besonders vorteilhaft, wenn sowohl an der Ofendecke als auch am Ofenboden eine thermisch isolierende Trennwand angebracht ist, zwischen denen ein Werkstück durchlaufend transportiert werden kann. Dadurch ist es möglich, auch ein dreidimensionales Bauteil mit einer Höhererstreckung an der gewünschten Stelle in zwei unterschiedlich erwärmte Bereiche zu trennen. Um den Ofen an verschiedene Bauteile anpassen zu können, ist es vorteilhaft wenn die Trennwand quer zur Durchlaufrichtung des Ofens versetzbar angebracht ist. Dies wird durch eine geschickte Anordnung der Heizelemente und/ oder variabel anbringbare Heizelemente ermöglicht.

Befinden sich die Werkstücke auf einem Warenträger, ist es besonders vorteilhaft, wenn an dem jeweiligen Warenträger parallel zur Durchlaufrichtung des Ofens eine thermisch isolierende Trennwand befestigt ist, die den Ofen mit dem Warenträger

durchläuft. Zusätzlich kann der Ofen selbst ein oder mehrere thermisch isolierende Trennwände enthalten, so dass der Ofen insgesamt wieder in mindestens zwei Zonen eingeteilt ist.

Durch eine geeignete Regelung, Kühlung oder Isolierung in der Trennwand wird die Temperatur an der Trennwandseite zur kühleren Zone in etwa auf dem gleichen Niveau wie die Temperatur in der kühleren Zone gehalten, um eine temperaturerhöhende Wärmeabstrahlung der wärmeren Zone zu vermeiden. Zudem kann der Übergangsbereich von Zone 1 zu Zone 2 durch ein Variieren der Trennwand hinsichtlich Breite und Isolierung gestaltet sein. Dadurch kann der Temperaturgradient und damit der Gefügeübergang im Werkstück von Bereich 1 zu Bereich 2 eingestellt werden.

Nachfolgend ist der erfindungsgemäße Ofen anhand der Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt in Draufsicht einen Ofen 1 mit Trennwand 2, den eine B-Säule 3 durchläuft.

Figur 2 zeigt schematisch in Durchlaufrichtung einen Ofen 4 mit zwei Trennwänden 5, 5a, den eine Platine 7 durchläuft.

Figur 3 zeigt schematisch in Durchlaufrichtung einen Ofen 8 mit Trennwand 9, den ein Warenträger 11 mit einem geformten Bauteil mit Höhenerstreckung 12 und einer mitlaufenden Trennwand 9a durchläuft.

Figur 4 zeigt in Durchlaufrichtung einen Ofen 13, in dem eine Trennwand 14, 14a quer zur Durchlaufrichtung versetzbar angeordnet ist.

In Figur 1 ist ein Ofen 1 dargestellt, der durch eine Trennwand 2 in zwei Zonen 1a und 1b aufgeteilt wird. In dem Ofen befindet sich eine B-Säule 3, die mit einem Bereich 3a, und zwar dem Säulenfuß, in Zone 1a und mit ihrem Bereich 3b, das ist die übrige Säule, in Zone 1b liegt. Die B-Säule 3 ist aus einem härtbaren Stahl mit einer AC_1 -Temperatur von 740°C und einer AC_3 -Temperatur von 850°C gefertigt und wird in ihrem Bereich 3a durch eine Temperatureinstellung in Zone 1a von etwa 700°C auf eine Temperatur von etwa 700°C und in ihrem Bereich 3b durch eine Temperatureinstellung in Zone 1b auf eine Temperatur von etwa 950°C auf etwa 950°C erwärmt. Bei einem nicht dargestellten sich anschließenden letzten

Umformschritt verbunden mit einer Härtung im Umformwerkzeug stellt sich im Bereich 3a ein im Verhältnis zu Bereich 3b duktileres Gefüge und im Bereich 3b der B-Säule 3 ein hochfestes Gefüge ein. Folglich erhält man eine B-Säule 3 mit einem weichen Gefüge am Säulenfuß 3a.

In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßer Ofen 4 mit einer an der Ofendecke 4a und einer am Ofenboden 4b befestigten Trennwand 5 und 5a in Durchlaufrichtung dargestellt. Zwischen den Trennwänden 5 und 5a besteht ein Spalt, den eine Platine 7 auf Rollen 6 durchläuft. Der Pfeil gibt dabei die Drehrichtung der Rollen 6 an. Die Platine 7 befindet sich daher sowohl in Zone 4c als auch in Zone 4d des Ofens 4. In Zone 4c des Ofens 4 herrscht eine kühlere Atmosphäre als in Zone 4d. Die Trennwände 5 und 5a sind auf der zur Zone 4c hinzeigenden Seite so isoliert, dass eine temperaturerhöhende Wärmeabstrahlung der Zone 4d in die Zone 4c möglichst vermieden wird. Die Platine 7 erwärmt sich in ihren Bereichen 7a und 7b jeweils unterschiedlich stark.

Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Ofen 8 in Durchlaufrichtung, den ein Warenträger 11 mit einem Bauteil 12 mit Höherer Streckung durchläuft. Der Pfeil gibt hierbei die Drehrichtung der Rollen 10 an. Der Ofen 8 verfügt über eine Trennwand 9, die an der Ofendecke 8a befestigt ist und eine Trennwand 9b, die am Ofenboden 8d befestigt ist. Die thermische Isolation der Zonen 8b und 8c wird durch die Trennwände 9, 9a und 9b erreicht. Trennwand 9a ist dabei am Warenträger 11 befestigt und durchläuft den Ofen 8 mit dem Warenträger 11. Um eine Wärmeabstrahlung der wärmeren Zone 8b in die kühlere Zone 8c zu vermeiden, muss hierbei Warenträger 11 an Warenträger 11 durch den Ofen 8 transportiert werden, so dass zwischen den mitlaufenden Trennwänden 9a keine Lücken entstehen. Insbesondere ein Bauteil 12 mit Höherer Streckung lässt sich so genau dort in die Zone 8c des Ofens 8 einführen, wo im fertigen Bauteil 12 ein im Verhältnis zum Rest des Bauteils 12 duktileres Gefüge erzielt werden soll.

Figur 4 zeigt einen Ofen 13 mit einer Trennwand 14 an der Ofendecke 13a und drei an dem Ofenboden 13b befestigten Trennwänden 14a, 14b, 14c, zwischen denen Rollen 15 und eine auf diesen Rollen 15 transportierte Platine 16 durchlaufen. Die gestrichelten Linien 16a und 16b deuten die Kontur eines nicht näher dargestellten

Bauteils mit Höherer Streckung an. Um in dem Ofen 13 eine Schutzgasatmosphäre einzustellen, ist der Ofen 13 für jede Zone mit einer Zuführleitung 18 und 18a versehen, durch die der Ofenatmosphäre Stickstoff zugeführt wird. Die Trennwand 14 ist an die angedeuteten Positionen 19 und 19a versetzbar. Um die Versetzung ausführen zu können, sind die Heizelemente 17 an der Ofendecke 13a an den jeweiligen Versetzungspositionen 19 und 19a unterbrochen. Die Heizelemente 17a am Ofenboden sind ohnehin durch die Trennwände 14a, 14b, 14c getrennt ausgeführt. Durch die variabel anzubringende Trennwand 14 ist der Ofen 13 flexibel und für verschiedene Bauteile einzusetzen.

Aktenzeich n: BAT 18

03.12.02

Benteler Automobiltechnik GmbH & Co. KG, An der Talle 27-31, 33102 Paderborn**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils (3) mit mindestens zwei Gefügebereichen unterschiedlicher Duktilität (3a, 3b) aus einem Halbzeug aus härtbarem Stahl mit einer Erwärmung in einem Durchlaufofen (1, 4) und einem Härteprozess;

dadurch gekennzeichnet,

dass als zu erwärmendes Halbzeug eine Platine (7) oder ein vorgeformtes Bauteil (3) während des Transports durch einen Durchlaufofen (1, 4) gleichzeitig mindestens zwei nebeneinander in Durchlaufrichtung angeordnete Zonen (1a, 1b, 4c, 4d) des Durchlaufofens (1, 4) mit unterschiedlichen Temperaturniveaus durchläuft, wobei eine Zone 1 (1a, 4c) auf eine Temperatur A eingestellt ist und eine andere Zone 2 (1b, 4d) auf eine Temperatur B oberhalb von Temperatur A eingestellt ist, so dass das Halbzeug (3, 7) in den Bereichen (3a, 7b), in denen es den Durchlaufofen (1, 4) in Zone 1 (1a, 4c) durchläuft, auf Temperatur A erwärmt und in den Bereichen (3b, 7a), in denen es Zone 2 (1b, 4d) durchläuft, auf Temperatur B erwärmt, und anschließend das so erwärmte Halbzeug (3, 7) einem Warmformprozess und/ oder Härteprozess unterworfen wird, wodurch sich in dem zuvor auf Temperatur A erwärmten Bereich 1 (3a, 7b) des Bauteils (3, 7) ein im Verhältnis zu dem auf Temperatur B erwärmten Bereich 2 (3b, 7a) des Bauteils (3, 7) duktileres Gefüge und im Bereich 2 (3b, 7a) des Bauteils (3, 7) ein festes oder hochfestes Gefüge einstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur A in Zone 1 (1a, 4c) des Durchlaufofens (1, 4) unter AC_1 und die Temperatur B in Zone 2 (1b, 4d) des Durchlaufofens (1, 4) über AC_1 eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zone 1 (1a, 4c) des Durchlaufofens (1, 4) nicht beheizt wird, wenn sich an die Ofenerwärmung kein weiterer Warmformprozess, sondern nur noch ein Härteprozess anschließt.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur A in Zone 1 (1a, 4c) des Durchlaufofens (1, 4) über AC_1 aber unter AC_3 und die Temperatur B in Zone 2 (1b, 4d) des Durchlaufofens (1, 4) über AC_3 eingestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur A in Zone 1 (1a, 4c) des Durchlaufofens (1, 4) möglichst knapp unter AC_1 und die Temperatur B in Zone 2 (1b, 4d) des Durchlaufofens (1, 4) möglichst knapp über AC_3 eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der sich an die Erwärmung im Durchlaufofen (1, 4) anschließende Härteprozess zeitgleich mit einem letzten Warmformschritt im Umformwerkzeug stattfindet.

7. Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils (3) mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität (3a, 3b) aus einem Halbzeug aus gehärtetem Stahl mit einer Erwärmung in einem Durchlaufofen (1, 4) und einem Form- und/ oder Abkühlprozess, der die kritische Abkühlgeschwindigkeit nicht erreicht,

dadurch gekennzeichnet,

dass als zu erwärmendes Halbzeug eine Platine (7) oder ein vorgeformtes Bauteil (3) während des Transports durch einen Durchlaufofen (1, 4) gleichzeitig mindestens zwei nebeneinander in Durchlaufrichtung angeordnete Zonen (1a, 1b, 4c, 4d) des Durchlaufofens (1, 4) mit unterschiedlichen Temperaturniveaus durchläuft, wobei eine Zone 1 (1b, 4d) unbeheizt oder auf eine Temperatur A eingestellt ist und eine andere Zone 2 (1a, 4c) auf eine Temperatur B oberhalb von Temperatur A eingestellt ist, so dass sich das Halbzeug in dem Bereich 1 (3b 7a), mit dem es den Durchlaufofen (1, 4) in Zone 1 (1b, 4d) durchläuft, nicht oder auf Temperatur A

erwärmt und in dem Bereich 2 (3a, 7b), mit dem es Zone 2 (1a, 4c) durchläuft, auf eine Temperatur B erwärmt, wodurch in dem Bereich 1 (3b, 7a) des Halbzeugs (3, 7) ein festes oder hochfestes Gefüge erhalten bleibt und sich in dem auf Temperatur B erwärmten Bereich 2 (3a, 7b) des Halbzeugs (3, 7) ein im Verhältnis zu Bereich 1 duktileres Gefüge einstellt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erwärmung unter einer Schutzgasatmosphäre stattfindet.

9. Durchlaufofen (1, 4) zur Erwärmung von metallischen Werkstücken ,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchlaufofen (1, 4) mit mindestens zwei in Durchlaufrichtung nebeneinander liegenden Zonen 1 (1a, 4c) und 2 (1b, 4d) versehen ist, die so voneinander durch eine thermisch isolierende Trennwand (2, 5, 5a) getrennt sind, dass ein den Ofen (1, 4) durchlaufendes Werkstück (3, 7) sich sowohl bereichsweise in Zone 1 (1a, 4c) als auch bereichsweise in Zone 2 (1b, 4d) befindet und in beiden Zonen (1a, 1b, 4c, 4d) eine getrennte Temperaturregelung möglich ist.

10. Durchlaufofen (4) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass sowohl an der Ofendecke (4a) als auch am Ofenboden (4b) eine thermisch isolierende Trennwand (5, 5a) angeordnet ist, zwischen denen ein Werkstück (7) durchlaufend transportiert werden kann.

11. Durchlaufofen (13) nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Trennwand (14) quer zur Durchlaufrichtung des Ofens (13) versetzbar (19, 19a) angebracht ist.

12. Durchlaufofen (8) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,

dass bei einem Transport der Werkstücke (12) durch den Durchlaufofen (8) auf einem Warenträger (11) an dem Warenträger (11) parallel zur Durchlaufrichtung des Ofens (8) eine thermisch isolierende Trennwand (9a) befestigt ist.

16

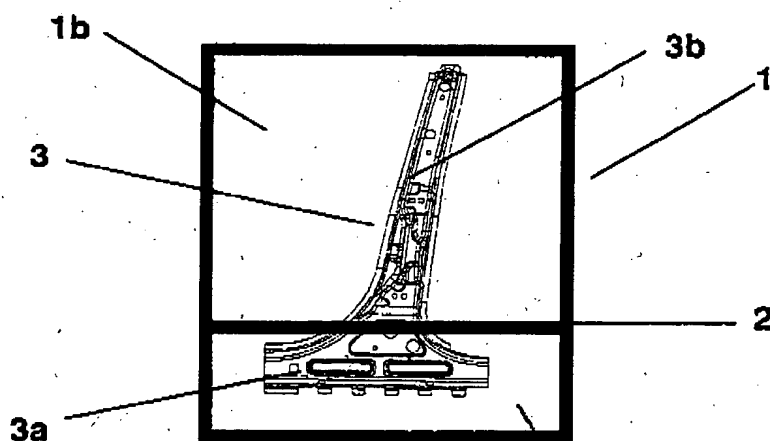
Zeichnungen

Fig. 1

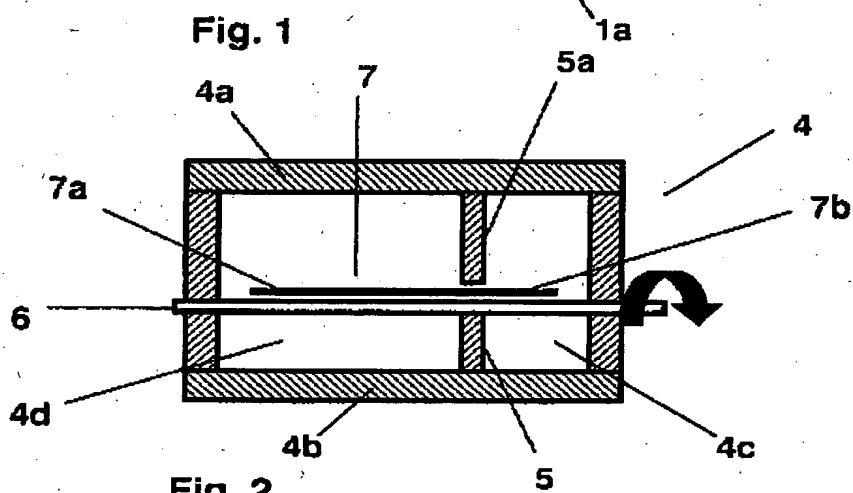


Fig. 2

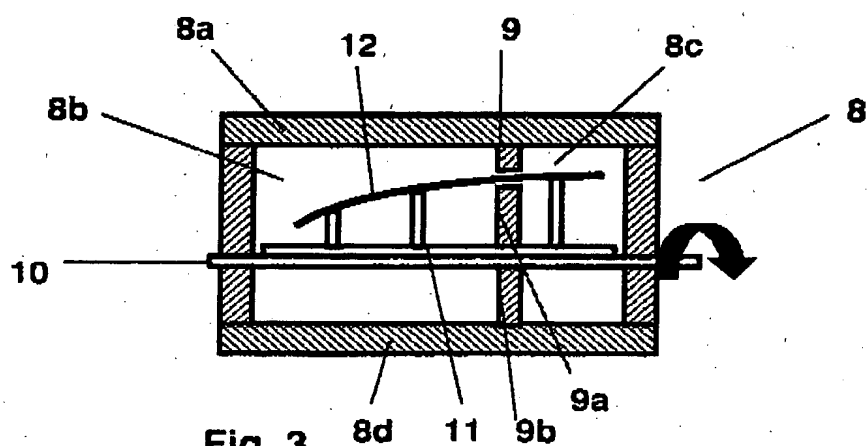


Fig. 3

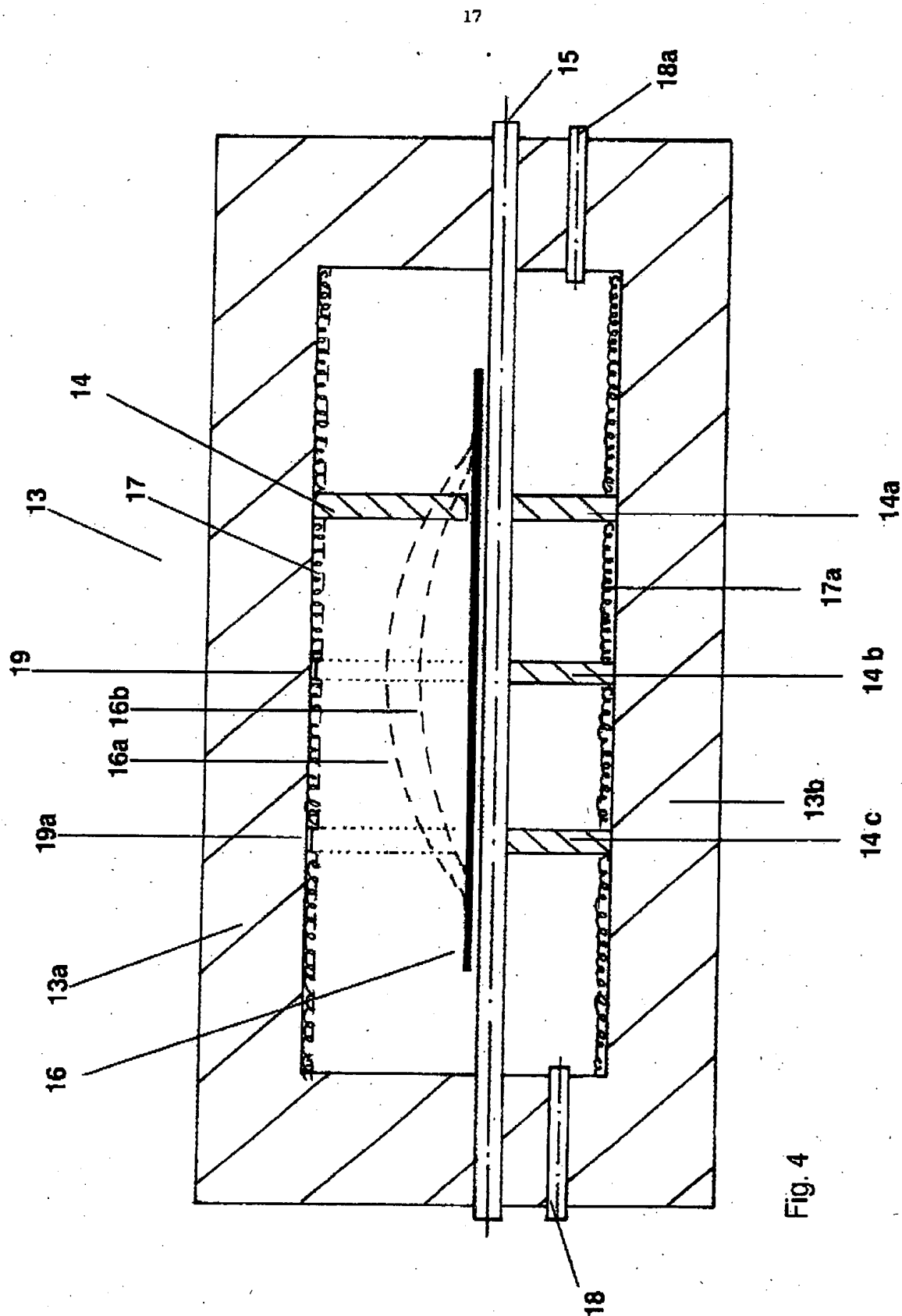


Fig. 4